

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-076451

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G11B 21/10

G05B 11/36

G05D 3/12

G11B 21/08

(21)Application number : 11-251927

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 06.09.1999

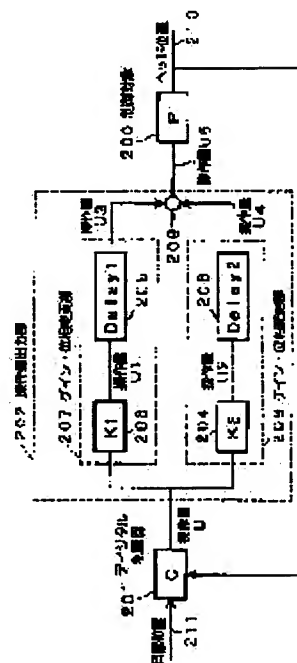
(72)Inventor : TANITSU MASAHIDE

(54) SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING HEAD POSITIONING IN DISK STORAGE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the mechanical resonance component of an actuator system worsening seek noise and stability.

SOLUTION: In a head positioning control system in a magnetic disk device, a controller (C) 201 receives a target position 211 and information on the head position 210 calculated based on the positional information extracted from servo data read from a disk by a head, and determines a manipulated variable U for making the head move or follow up to the target position 211. A manipulated variable output part 202 branches this manipulated variable U into two systems, and independently adjusts U3, U4 of the manipulated variable U of each system by a gain-phase varying parts 207, 208 to manipulated variables U3, U4 and sums them up by an adder 209, and thereby obtains a manipulated variable U5 of which the gain is suppressed in a frequency band determined by the gain characteristics and phase characteristics of U3, U4, to input the manipulated variable U5 to a control object (P) 200.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-76451

(P2001-76451A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テームコード* (参考) |
|------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| G 1 1 B 21/10 | | C 1 1 B 21/10 | R 5 D 0 8 8 |
| G 0 5 B 11/36 | | C 0 5 B 11/36 | C 5 D 0 9 6 |
| | 5 0 1 | | 5 0 1 C 5 H 0 0 4 |
| G 0 5 D 3/12 | 3 0 5 | G 0 5 D 3/12 | 3 0 5 C 5 H 3 0 3 |
| | | | 3 0 5 V |
| 審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願平11-251927

(22) 出願日 平成11年9月6日 (1999.9.6)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 谷津 正英

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会
社東芝青梅工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

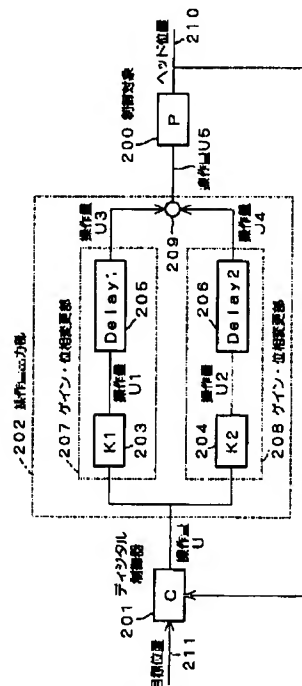
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク記憶装置におけるヘッド位置決め制御システム及びヘッド位置決め制御方法

(57) 【要約】

【課題】 シーク騒音や安定性を悪化させるアクチュエータ系の機械共振要素を抑圧できるようにする。

【解決手段】 磁気ディスク装置内のヘッド位置決め制御システムにおいて、制御器 (C) 201 は、目標位置 211 と、ヘッドによりディスクから読み取られたサーボデータから抽出される位置情報に基づいて算出されるヘッド位置 210 の情報とを受け、ヘッドを目標位置 211 に移動または追従させるための操作量 U を求める。操作量出力部 202 では、この操作量 U を 2 系統に分岐し、それぞれの系統の操作量 U の U3、U4 をゲイン・位相変更部 207、208 により独立に調整して操作量 U3、U4 とし、それを加算器 209 で加算することで、U3、U4 のゲイン特性と位相特性で決まる周波数帯域のゲインが抑圧された操作量 U5 を取得して制御対象 (P) 200 に入力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 各トラック上に、位置情報を含むサーボデータが記録されたサーボ領域が等間隔で配置された少なくとも1つのディスク媒体と、前記ディスク媒体を回転させるスピンドルモータと、前記ディスク媒体の各面に対応して設けられ、前記ディスク媒体を対象としてデータを書き込みあるいは読み出し、かつ、前記サーボデータを一定のサンプリング周期で読み取るヘッドと、前記ヘッドを搭載し、前記ヘッドを前記ディスク媒体の半径方向に移動するためのアクチュエータと、前記ヘッドにより前記各サーボ領域から読み取られるサーボデータから前記位置情報を抽出し、当該位置情報から前記ヘッドの位置を検出する位置検出手段とを備えたディスク記憶装置に適用され、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるためのヘッド位置決め制御システムにおいて、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるのに必要な操作量を取得するデジタル制御器と、前記デジタル制御器により取得された操作量を複数系統に分岐する操作量出力手段であって、前記各系統毎に設けられ、対応する系統の操作量のゲイン特性と位相特性を変更する特性変更手段と、前記各系統毎の特性変更手段によりゲイン特性と位相特性が変更された前記各系統の操作量を加算することで、前記各系統の操作量のゲイン特性と位相特性で決まる周波数帯域のゲインが抑圧された操作量を取得して、この取得した操作量を前記アクチュエータを含む制御対象の制御操作量とする加算手段とを有する操作量出力手段とを具備することを特徴とするヘッド位置決め制御システム。

【請求項2】 前記特性変更手段は、対応する系統の操作量に当該系統に固有の係数を乗じることでゲイン特性を変更すると共に当該系統に固有の遅れ時間要素により位相特性を変更することを特徴とする請求項1記載のヘッド位置決め制御システム。

【請求項3】 前記各系統に固有の係数及び遅れ要素が、前記アクチュエータの2次共振要素のゲインピークの周波数帯域に対応して設定されることを特徴とする請求項2記載のヘッド位置決め制御システム。

【請求項4】 前記ヘッドを目標位置に移動させるシーク制御時に前記操作量出力手段を有効状態に設定する制御手段を更に具備することを特徴とする請求項3記載のヘッド位置決め制御システム。

【請求項5】 前記デジタル制御器により取得された操作量を前記操作量出力手段を通して前記制御対象に入力するか、あるいは前記デジタル制御器により取得された操作量をそのまま前記制御対象に入力するかを、前記ヘッドを目標位置に移動させるシーク制御時と前記ヘッドを目標位置に追従させる位置制御時とで切り替え制

御する制御手段を更に具備することを特徴とする請求項3記載のヘッド位置決め制御システム。

【請求項6】 前記各系統別に設定される前記係数及び遅れ要素を、前記ヘッドを目標位置に移動させるシーク制御時と、前記ヘッドを目標位置に追従させる位置制御時とで、異なる値に切り替え設定する制御手段とを更に具備することを特徴とする請求項3記載のヘッド位置決め制御システム。

【請求項7】 各トラック上に、位置情報を含むサーボデータが記録されたサーボ領域が等間隔で配置された少なくとも1つのディスク媒体と、前記ディスク媒体を回転させるスピンドルモータと、前記ディスク媒体の各面に対応して設けられ、前記ディスク媒体を対象としてデータを書き込みあるいは読み出し、かつ、前記サーボデータを一定のサンプリング周期で読み取るヘッドと、前記ヘッドを搭載し、前記ヘッドを前記ディスク媒体の半径方向に移動するためのアクチュエータと、前記ヘッドにより前記各サーボ領域から読み取られるサーボデータから前記位置情報を抽出し、当該位置情報から前記ヘッドの位置を検出する位置検出手段とを備えたディスク記憶装置に適用され、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるためのヘッド位置決め制御方法において、

前記サーボ領域から前記サーボデータが読み取られる毎に、当該サーボデータ中の位置情報に基づく前記位置検出手段の位置検出結果をもとに、前記ヘッドを前記ディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるのに必要な操作量を取得し、

前記操作量を取得する毎に、当該操作量を複数系統に分岐して、各系統の操作量のゲイン特性と位相特性をそれぞれ変更し、このゲイン特性と位相特性が変更された前記各系統の操作量を加算することで、目的とする周波数帯域のゲインが抑圧された操作量を取得して、前記アクチュエータを含む制御対象の制御操作量とすることを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヘッドをディスク媒体上の目標位置に移動して位置決めするディスク記憶装置に係り、特に同装置におけるデジタルサーボ系をなすヘッド位置決め制御システム及びヘッド位置決め制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ヘッドにより記録媒体としてのディスク（ディスク媒体）に対する記録再生が行われるディスク記憶装置、例えば磁気ディスク装置には、ヘッドを目的のトラック上に移動して目標位置に位置決めするためのヘッド位置決め制御システム（ヘッド位置決め制御系）が設けられている。

【0003】小型磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御システムとして、ディスク面を幾つかのセクタ（サーボセクタ）に分割してサーボ情報を記録しておくセクタサーボ方式が知られている。

【0004】一般にセクタサーボ方式は、ディスクに記録されたサーボ情報を一定のサンプル周期で読み取り、デジタルサーボ系で1サンプルに1度の操作量を求めて出力し、制御対象であるヘッドが取り付けられたアクチュエータ（ヘッドアクチュエータ）を電流駆動する。このサンプル周期（サンプリング周波数）は、例えば2.5インチ磁気ディスク装置では、4～5kHz程度に設定されることが多い。

【0005】ところで、磁気ディスク装置のアクチュエータには、機械共振要素として数キロHzの周波数帯域にゲインピークを持っている。例えば、2.5インチ磁気ディスク装置では、このアクチュエータの機械共振要素を4kHz以上に持っていることが多い。

【0006】このような機械共振要素は、ゲインピークの大きさによって制御系の安定性を悪化させることがあり、またヘッド移動に大きなパワーを必要とするヘッドのトラック間の移動いわゆるシーク動作において、シーク騒音を発生させるなど弊害を起こすことがある。

【0007】一般にデジタルサーボ系では、サンプリング周波数の1/2すなわちナイキスト周波数よりも高い周波数特性を抑圧することが難しい。2.5インチ磁気ディスク装置の場合、デジタルサーボ系のナイキスト周波数よりも、アクチュエータの機械共振要素は高い周波数帯域にあり、デジタルサーボ系によって抑圧することが難しい。

【0008】そこで、従来のヘッド位置決め制御システムには、機械共振要素のピークゲインの影響を低減するために、アナログ回路による（アクチュエータの駆動回路に）ローパスフィルタやノッチフィルタを付加することがなされていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のアナログ回路によるアクチュエータの機械共振要素の低減方法には次のような問題があった。

【0010】アナログ回路を基板に実装することによって、部品点数や工数が増加する。すなわち、コスト的なデメリットを生じる。また、部品点数の増加は、基板面積を低減する場合の妨げになる。

【0011】また、アナログ回路は、部品特性のばらつきや変化の影響を受けやすい。特に小型磁気ディスク装置では、温度・湿度等の様々な環境の変化に対しても正常に動作する必要がある。これらの影響を受けにくくする必要がある。更に、アナログ回路は、回路特性を任意に変更することが難しい。例えば、ヘッドのトラック間移動とトラック追従で回路特性を変更したい場合は、別々の回路を設ける必要がある。

【0012】一方、1サンプルに1度の操作量を求めて出力するデジタルサーボ系において、アクチュエータの機械共振要素を抑圧するためには、ナイキスト周波数をアクチュエータの機械共振特性よりも高く設定する必要がある。しかし、ナイキスト周波数を高く設定するためには、サーボセクタ数を増やしてサンプリング周期を高くする必要があり、フォーマット効率の低下につながる。また、それに伴うCPU処理能力の向上やコスト増加を考えた場合のデメリットは大きい。

【0013】本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、1サーボセクタ間に等価的に2回以上の操作量が出力される構成として、デジタルサーボ系でありながらデジタルサーボ系のナイキスト周波数を越えるノッチフィルタを実現することによって、シーク騒音や安定性を悪化させるアクチュエータ系の機械共振要素（2次共振）を抑圧できるディスク記憶装置におけるヘッド位置決め制御システム及びヘッド位置決め制御方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、各トラック上に、位置情報を含むサーボデータが記録されたサーボ領域が等間隔で配置された少なくとも1つのディスク媒体と、このディスク媒体を回転させるスピンドルモータと、ディスク媒体の各面に対応して設けられ、このディスク媒体を対象としてデータを書き込みあるいは読み出し、かつ、上記サーボデータを一定のサンプリング周期で読み取るヘッドと、このヘッドを搭載し、このヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するためのアクチュエータと、このヘッドにより各サーボ領域から読み取られるサーボデータから位置情報を抽出し、当該位置情報からヘッドの位置を検出する位置検出手段とを備えたディスク記憶装置に適用され、上記位置検出手段の位置検出結果をもとにヘッドをディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるためのヘッド位置決め制御システムにおいて、上記位置検出手段の位置検出結果をもとにヘッドをディスク媒体上の目標位置に移動もしくは追従させるのに必要な操作量を取得するデジタル制御器と、このデジタル制御器により取得された操作量を複数系統に分岐する操作量出力手段であって、上記各系統毎に設けられ、対応する系統の操作量のゲイン特性と位相特性を変更する特性変更手段と、上記各系統毎の特性変更手段によりゲイン特性と位相特性が変更された操作量を加算することで、上記各系統の操作量のゲイン特性と位相特性で決まる周波数帯域のゲインが抑圧された操作量を取得して、この取得した操作量を上記アクチュエータを含む制御対象の制御操作量とする加算手段とを有する操作量出力手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】このような構成においては、複数系統に分岐された操作量に対して各系統毎に特性変更手段によりゲイン特性と位相特性が変更されることから、これらゲ

イン特性と位相特性が変更された各系統の操作量を加算手段により加算（重畳）して、制御対象の制御操作量とすることで、サーボ領域の間隔で決まる1サンプリング周期（1サーボセクタ間）に複数回（系統数回）の操作量出力を行うのと等価な操作量出力を実現し、上記各系統の操作量のゲイン特性と位相特性で決まる周波数帯域のゲイン特性を低減することができる。つまり、1トラック当たりのサーボ領域数を増やして、サンプリング周期を高めることなく、操作量出力数を増やすことで、デジタルサーボ系でありながらデジタルサーボ系のナイキスト周波数を越えるノッチフィルタを構成して、任意の周波数成分のゲイン特性を低減することができる。

【0016】しかも、デジタルサーボ系としたことで、デジタル演算によって実現でき、アナログ回路のような部品は必要ないことから、特性のばらつきもない。また、特性を任意に設定することが容易であり、例えばシーク時と位置決め時でノッチフィルタの特性を簡単に変更できる。特に、上記特性変更手段により対応する系統の操作量のゲイン特性と位相特性を変更するのに、ゲイン特性の変更には当該系統に固有の係数を乗じ、位相特性の変更には当該系統に固有の遅れ時間要素を用いる構成とするならば、特性の変更設定が、この係数と遅れ時間要素を切り替えるだけで極めて簡単に行える。

【0017】また本発明は、上記特性変更手段による各系統の操作量の特性変更用に用いられる係数及び遅れ要素が、アクチュエータの2次共振要素のゲインピークの周波数帯域に対応して設定される構成としたことをも特徴とする。このような構成においては、アクチュエータ系の機械共振要素（2次共振）を効果的に抑圧でき、システムの安定性を向上させることができる。

【0018】また本発明は、シーク制御時に上記操作量出力手段を有効状態に設定する制御手段を更に備えたことをも特徴とする。このような構成においては、シーク制御時に上記操作量出力手段を有効状態に設定し、デジタル制御器により取得された操作量を当該操作量出力手段を通して制御対象に入力することにより、アクチュエータ系の機械共振要素（2次共振）を抑圧し、シーク動作におけるシーク騒音を低減することができる。

【0019】また本発明は、上記デジタル制御器により取得された操作量を上記操作量出力手段を通して制御対象に入力するか、あるいはデジタル制御器により取得された操作量をそのまま制御対象に入力するかを、シーク制御時と位置制御時とで切り替え制御する制御手段を更に備えたことをも特徴とする。

【0020】このような構成においては、シーク制御時と位置制御時とで、デジタル制御器により取得された操作量を操作量出力手段を通して制御対象に入力するか、あるいはそのまま制御対象に入力するかを切り替えて抑圧特性を変更することで、それぞれの制御系に適し

たゲインと位相特性を実現できる。

【0021】この他、上記各系統に固有の係数及び遅れ要素を、シーク制御時と位置制御時とで異なる値に切り替え設定することによっても、それぞれの制御系に適したゲインと位相特性を実現できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を磁気ディスク装置に適用した実施の形態につき図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置（HDD）の主としてサーボ系の構成を示す図である。

【0024】図1のHDDにおいて、記録媒体としてのディスク（磁気ディスク媒体）100の各面（記録面）側には、当該ディスク100へのデータ書き込み（データ記録）及び当該ディスク100からのデータ読み出し（データ再生）に用いられるヘッド（磁気ヘッド）110が、その面に対向するようにそれぞれ配置される。なお、本実施形態では、単一枚のディスク100が配置されたHDDを想定しているが、複数枚のディスク100が積層配置された構成であっても構わない。

【0025】ディスク100の両面には、同心円状に多数のトラック（シリンドラ）101が形成されている。各トラック101には、ディスク100とヘッド110との相対位置を検出するための位置情報を含むサーボデータが磁気記録されたサーボ領域102が配置されている。このサーボ領域102は、ディスク100の中心から各トラック101をまたがって放射状に等間隔で配置されている。サーボデータ中の位置情報はシリンドラアドレス及びサーボバーストデータ（位置信号パターン）を含む。

【0026】サーボ領域102の間はデータ領域（ユーザ領域）103となっており、当該データ領域103には記録単位としてのデータセクタが複数配置されている。サーボ領域102と当該領域102に後続するデータ領域103とはサーボセクタ104を構成する。つまり、各トラックは複数のサーボセクタ（ここでは50セクタとする）104に等分割されている。

【0027】ディスク（磁気ディスク単板）100はスピンドルモータ120に固定されて、所定の角速度で高速に回転駆動される。これにより、ディスク100に放射状に配置されたサーボ領域102に記録されているサーボデータがヘッド110により読み込まれる。

【0028】ディスク100の各面に対向してそれぞれ配置されるヘッド110は、ボイスコイルモータ（VCM）111を駆動源とするロータリ型のアクチュエータ（ヘッドアクチュエータ）112の先端に搭載されている。アクチュエータ112はVCM111により駆動されて、ヘッド110をディスク100の半径方向に移動し、かつ位置調整する。

【0029】ヘッド110により読み込まれたサーボデ

ータはヘッドアンプ回路130で増幅され、サンプルホールド回路131を含む位置検出回路132に入力される。位置検出回路132では、サーボデータの位置情報中のシリンダアドレスを抽出すると共に、サンプルホールド回路131を用いて位置情報中のバーストデータの振幅値を保持・抽出する。

【0030】位置検出回路132で抽出されたシリンダアドレスはそのままマイクロコントローラ140に入力される。また位置検出回路132で抽出されたバーストデータ（の振幅値）はA/D（アナログ/デジタル）コンバータ141でA/D変換されてマイクロコントローラ140に入力される。

【0031】マイクロコントローラ140は、ROM等の不揮発性メモリ（図示せず）に予め格納された制御プログラムを実行するCPUをメイン要素とする。マイクロコントローラ140は、上記制御プログラム中の、ヘッド位置決め制御システムの制御プログラムを実行することで、上記シリンダアドレスまたはバーストデータに基づき制御操作量を算出する。ここで、ヘッド位置決め制御システムでのヘッド位置決め制御には、主としてシリンダアドレスに基づいてヘッド110を目標位置まで移動させるシーク制御と、シーク制御の後にバーストデータに基づいてヘッド110を当該目標位置に整定（settling）するための位置制御とがある。

【0032】マイクロコントローラ140により算出された制御操作量はD/A（デジタル/アナログ）コンバータ142でアナログ量（電圧）に変換され、VCMドライバ回路150によってVCM111を駆動するための電流量（駆動電流）に変換される。なお、D/Aコンバータ142をVCMドライバ回路150側に設け、マイクロコントローラ140はデジタル値である制御操作量をそのままVCMドライバ回路150に出力し、当該ドライバ回路150側でアナログ量に変換する構成としてもよい。

【0033】さて、VCMドライバ回路150で制御操作量（のアナログ量）から変換された駆動電流はVCM111に加えられる。これにより、VCM111でのマグネットとの反力を利用して、アクチュエータ112が回動（角度回転）され、当該アクチュエータ112の先端に取り付けられたヘッド110がディスク100の半径方向に移動される。

【0034】以上の一連の動作は、ヘッド110によりサーボデータが読み込まれる毎に、つまりサーボセクタ間隔で、逐次実施される。

【0035】図2に、図1の構成の磁気ディスク装置により実現されるヘッド位置決め制御システム（ヘッド位置決め制御系）の制御ブロックを示す。

【0036】図2のヘッド位置決め制御システムは、デジタルサーボ系をなし、図1中のVCMドライバ回路150及びVCM111（を駆動源とするアクチュエー

タ112）を制御対象（P）200としている。このヘッド位置決め制御システムは、デジタル制御器（C）201と、操作量出力部202とを備えている。

【0037】制御器（C）201は、ヘッド位置210を目標位置211に移動または追従させるのに必要な操作量Uを算出する。制御器（C）201において操作量Uを算出するアルゴリズム（を実行するコントローラ）は、ヘッド位置決め制御のタイプがシーク制御であるか、あるいは位置制御であるかにより切り替えられる。

【0038】操作量出力部202は、制御器（C）201により算出された操作量Uを2系統に分岐して、それぞれの系統のゲインと位相とを調整し、それらを加算して（重畳して）操作量U5として制御対象（P）200に入力する。

【0039】操作量出力部202は、デジタル制御器201からの操作量Uに係数K1を乗じて当該操作量Uのゲイン値を変更する乗算器203と、当該操作量Uに係数K2を乗じて当該操作量Uのゲイン値を変更する乗算器204とを有している。ここで、 $K1 + K2 = 1$ である。

【0040】操作量出力部202はまた、乗算器203によるゲインの変更結果である操作量U1の位相をDELAY1だけ変更する遅れ要素205と、乗算器204によるゲインの変更結果である操作量U2の位相をDELAY2だけ変更する遅れ要素206とを有している。

【0041】乗算器203及び遅れ要素205は、操作量Uのゲインを係数K1により変更すると共に、位相をDELAY1により変更するゲイン・位相変更部207を構成し、乗算器204及び遅れ要素206は、操作量Uのゲインを係数K2により変更すると共に、位相をDELAY2により変更するゲイン・位相変更部208を構成する。なお、乗算器203と遅れ要素205の並び順、及び乗算器204と遅れ要素206の並び順は逆であっても、つまりゲイン・位相変更部207、208において位相を変更してからゲインを変更する構成であっても構わない。

【0042】操作量出力部202は更に、遅れ要素205による操作量U1に対する位相特性の変更結果（ゲイン・位相変更部207の出力量）である操作量U3と遅れ要素206による操作量U2に対する位相特性の変更結果（ゲイン・位相変更部208の出力量）である操作量U4とを加算する加算器209とを有している。この加算器209の加算結果である操作量U5が制御対象（P）200の入力量となる。

【0043】なお、参考までに、従来のヘッド位置決め制御システム（ヘッド位置決め制御系）の制御ブロックを図6に示す。図2と図6を比較すれば明らかのように、図2に示した本実施形態におけるヘッド位置決め制御システムは、図6に示した従来の構成の制御器（C）201と制御対象（P）200との間に、（乗算器20

3, 204、遅れ要素205, 206及び加算器209から構成される) 操作量出力部202を配置した新規な構成を適用している。

【0044】次に、図1の磁気ディスク装置により実現されるヘッド位置決め制御システム(ヘッド位置決め制御系)を中心とする動作について説明する。まず図1の磁気ディスク装置では、ヘッド110をホストから要求された目的のトラック上に移動して位置決めする場合、マイクロコントローラ140にてその目標位置211が算出される。この目標位置211の情報も制御器(P)200に入力される。

【0045】また図1の磁気ディスク装置では、ディスク100の各サーボセクタ104毎にヘッド110にてサーボ領域102からサーボデータが読み出され、そのサーボデータから位置検出回路132によりシリンダアドレス及びバーストデータを含む位置情報が抽出される。マイクロコントローラ140では、位置検出回路132によりサーボセクタ104間隔で抽出される位置情報から、その時点におけるヘッド位置210を算出する。このヘッド位置210の情報は制御器(C)201に入力される。

【0046】このように、制御器(C)201には、ヘッド位置210と目標位置211の情報が入力され、ヘッド110を目標位置211に移動または追従させるための操作量Uが求められる。

【0047】ここで、制御器(C)201内では、例えば、ヘッド110(のヘッド位置210)が目標位置211から十分に離れている場合は、シーク制御(シーク動作)用のコントローラが選定され、ヘッド110を高速に目標位置211まで移動するための操作量Uがサーボセクタ104の間隔で(つまりサンプリング周期で)求められる。

【0048】また、ヘッド110が目標位置211近傍あるいは、目標トラック上にある場合は、ヘッド位置210を目標トラックに正確に追従させるための位置制御用のコントローラが選定され、操作量Uがサーボセクタ104の間隔で算出される。PID(比例積分微分)コントローラなどはその代表的な例である。

【0049】以上のように、磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御システムは、ヘッドと目標位置の差(で決まるヘッド位置決め制御のタイプ)に応じて制御器内部のコントローラを使い分けることが一般的であり、従来のシステムにおいても適用されていた。

【0050】本実施形態の特徴は、1サンプリング間隔で1回の操作量Uを求める従来の制御器(C)201の後段に操作量出力部202を設け、制御器(C)201からの操作量Uに基づいて操作量出力部202にて以下に述べるようにして操作量U5を生成し、この操作量U5を制御対象(P)200の入力量としていることである。

【0051】まず、制御器(C)201にて求められた操作量Uは、操作量出力部202にて2系統に分岐され、それぞれに乗算器203, 204で係数K1, K2が乗じられて、ゲイン特性が変更される。操作量Uに係数K1が乗じられた結果は操作量U1となり、操作量Uに係数K2が乗じられた結果は操作量U2となる。

【0052】乗算器203, 204によるゲイン変更結果である操作量U1, U2は、位相特性を変更するために、それぞれDELAY1, DELAY2の遅れ要素205, 206に入力される。これにより、操作量U1, U2の各位相特性は独立に変更されて、それぞれ操作量U3, U4となる。

【0053】遅れ要素205, 206の位相特性変更結果である操作量U3, U4はいずれも加算器209に入力される。加算器209は、この両操作量U3, U4を加算することによって、新たな操作量である操作量U5を求めて、制御対象(P)200に入力する。

【0054】次に、以上に述べた図2の構成のヘッド位置決め制御システム(ヘッド位置決め制御系)の動作の具体例について周波数特性を示しながら説明する。

【0055】ここでは、 $K1=0.55$ 、 $K2=0.45$ 、 $DELAY1=10\mu s$ 、 $DELAY2=100\mu s$ とした場合を例にとる。この場合、操作量U3のゲインと位相の周波数特性、すなわち図2中で操作量が2系統に分岐されたブロック(操作量出力部202)における上段の系統の(ゲイン・位相変更部207から出力される操作量U3の)ゲインと位相の周波数特性は図3のようになる。なお、周波数は対数スケールで示してある。

【0056】同図において、図3(A)はゲイン特性を示す。 $K1=0.55$ としたことにより、ゲイン特性が0dBを下回っていることが分かる。また、図3(B)は位相特性を示す。 $DELAY1=10\mu s$ としたことにより、6kHz近傍で位相特性が45度ほど遅れていることが分かる。

【0057】一方、操作量U4のゲインと位相の周波数特性、すなわち図2中で操作量が2系統に分岐されたブロック(操作量出力部202)における下段の系統の(ゲイン・位相変更部208から出力される操作量U4の)ゲインと位相の周波数特性は図4のようになる。

【0058】同図において、図4(A)はゲイン特性を示す。 $K2=0.45$ としたことにより、ゲイン特性が0dBを下回り、しかも $K1=0.55$ とした図3(A)よりも低いことが分かる。また、図4(B)は位相特性を示す。 $DELAY2=100\mu s$ としたことにより、6kHz近傍で位相特性が225度ほど遅れていることが分かる。

【0059】ここで、図3(B)と図4(B)の位相特性において、両特性の位相差が6kHz近傍ではほぼ180度ずれていることに着目する。まず、位相特性が18

0度ずれているということは、それぞれの特性は6kHz近傍で、逆位相となっていることに他ならない。そこで、加算器209にて両特性を加算することによって、6kHz近傍のゲイン特性を低減することができる。

【0060】図5に、図3と図4に示した周波数特性の操作量U3とU4を加算した結果の周波数特性を示す。同図において、図5(A)はゲイン特性を示す。この図5(A)から、図3と図4で逆位相となる6kHz近傍で、ゲイン特性が低減されていることが分かる。

【0061】このように、本実施形態によれば、操作量を2系統に分岐して、それぞれの系統のゲインと位相とを調整して、それらを加算(重畳)して再び1系統にすることによって、各系統間で位相が逆転する周波数帯域のゲイン特性を低減することができる。明らかにように、操作量を2系統に分岐して、それぞれの系統のゲインと位相とを調整し、それらを加算することは、1サーボセクタ間に2回操作量を出力することと等価である。

【0062】ここで、各系統の遅れ時間要素は、サンプリング周波数によらず、任意に設定することができる。このため、ナイキスト周波数を越える周波数帯域の抑圧に有効であり、アクチュエータ112の機械共振要素による制御系の安定性の悪化やシーク時の騒音の低減に効果がある。

【0063】つまり、本実施形態のヘッド位置決め制御システム(ヘッド位置決め制御系)におけるヘッド操作量出力部202では、抑圧する周波数帯域を遅れ要素205、206のDELAY1、DELAY2で決まる2系間の位相特性の差によって設定し、抑圧率を乗算器203、204の係数K1、K2で決まる2系間のゲイン特性の差によって設定することができる。

【0064】なお、上記の具体例で述べた操作量出力部202内の各パラメータの設定では、シーク制御におけるアクチュエータ112の機械共振要素による制御系の安定性の悪化やシーク時の騒音の低減に効果があるものの、位相遅れがあるために、高速応答が要求される位置制御においては(制御器(C)201で位置制御用のコントローラを選定したとしても)好ましくない。そこで、位置制御においては、例えばK1=1、K2=0とし、DELAY1=0、DELAY2=0として、実質的に制御器(C)201からの操作量Uがそのまま制御対象(P)200に入力されるようにするとよい。これらの係数と遅延要素(パラメータ)の切り替え設定は、例えばマイクロコントローラ140により行うことができる。

【0065】この他に、制御器(C)201の後段に、例えばマイクロコントローラ140により実現される(機能要素である)制御系切り替え制御部を設け、シーク制御の場合には、制御器(C)201からの操作量Uを操作量出力部202に入力して、この操作量Uに基づいて当該操作量出力部202から出力される操作量U5

を制御対象(P)200の入力とし、位置制御の場合には、制御器(C)201からの操作量Uをそのまま制御対象(P)200の入力とするようにしてもよい。つまり、操作量出力部202をシーク制御専用として、位置決め制御のタイプがシーク制御の場合だけ制御器(C)201からの操作量Uが操作量出力部202に入力されるようにし、位置決め制御のタイプが位置制御の場合には当該操作量Uがそのまま制御対象(P)200に入力されるようにしてもよい。

【0066】また、以上に述べた実施形態では、制御器(C)201からの操作量Uを2系統に分岐し、操作量出力部202において1サーボセクタ間に等価的に2回以上の操作量が出力される構成とすることで、ある1つの周波数帯域(ここでは6kHz)のゲイン特性を低減する場合について説明したが、これに限るものではない。例えば操作量出力部202に代えて、制御器(C)201からの操作量U3を3系統以上に分岐して、それぞれの系統のゲインと位相を調整して、それらを加算(重畳)して再び1系統にする構成の操作量出力部を用いることによって、つまり1サーボセクタ間に3回以上操作量を出力することと等価な構成の操作量出力部を用いることによって、2つ以上の周波数帯域のゲイン特性を低減することも可能である。通常、アクチュエータ112の機械共振要素は、複数の周波数帯域にゲインピークを持つことから、それぞれのピークのゲイン特性を低減することは、アクチュエータ112の機械共振要素による制御系の安定性の悪化やシーク時の騒音の低減に極めて効果がある。なお、前記実施形態のような1つの周波数帯域のゲイン特性のみを低減する構成で最大の効果を上げるには、その対象をゲインピークの最も高い周波数帯域とするのがよい。

【0067】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、1サーボセクタ間に等価的に2回以上の操作量が出力される構成として、ディジタルサーボ系でありながらディジタルサーボ系のナイキスト周波数を越えるノッチフィルタを実現するようにしたので、シーク騒音や安定性を悪化させるアクチュエータ系の機械共振要素(2次共振)を効果的に抑圧することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置(HDD)の主としてサーボ系の構成を示す図。

【図2】図1の構成の磁気ディスク装置により実現されるヘッド位置決め制御システム(ヘッド位置決め制御系)の制御ブロックを示す図。

【図3】図2中の操作量出力部202における上段の系統のゲインと位相の周波数特性を示す図。

【図4】図2中の操作量出力部202における下段の系統のゲインと位相の周波数特性を示す図。

【図5】図3と図4に示した周波数特性の操作量U3と

U4を加算した結果の周波数特性を示す図。

【図6】従来のヘッド位置決め制御システム（ヘッド位置決め制御系）の制御ブロックを示す図。

【符号の説明】

100…ディスク

101…トラック

102…サーボ領域

104…サーボセクタ

110…ヘッド

111…VCM（ボイスコイルモータ）

112…アクチュエータ

132…位置検出回路

140…マイクロコントローラ（制御手段）

150…VCMドライバ回路

200…制御対象（P）

201…デジタル制御器（C）

202…操作量出力部

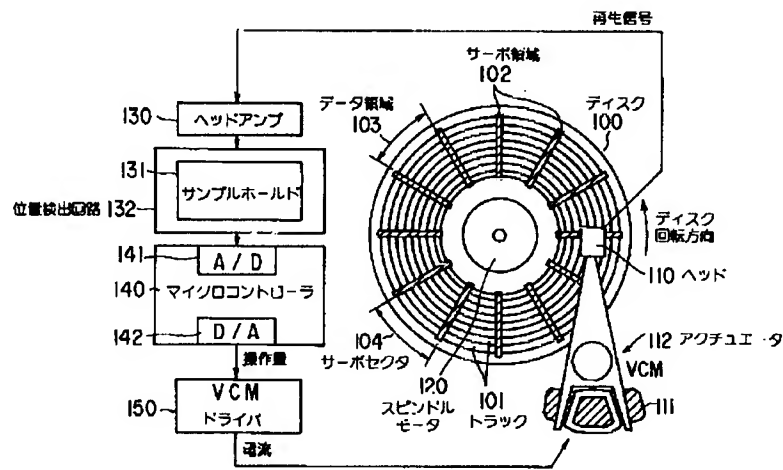
203, 204…乗算器

205, 206…遅れ要素

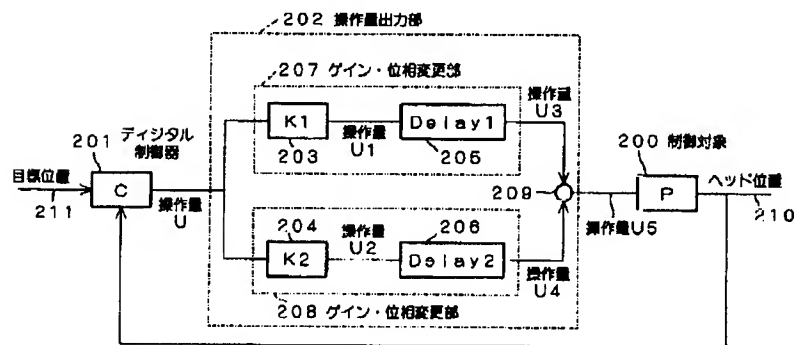
207, 208…ゲイン・位相変更部（特性変更手段）

209…加算器

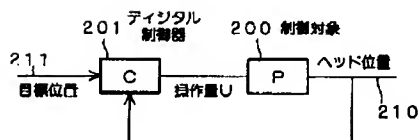
【図1】



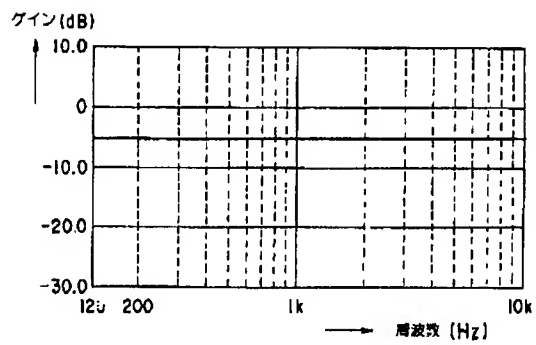
【図2】



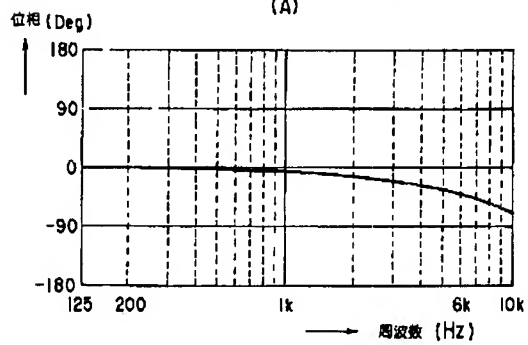
【図6】



【図3】

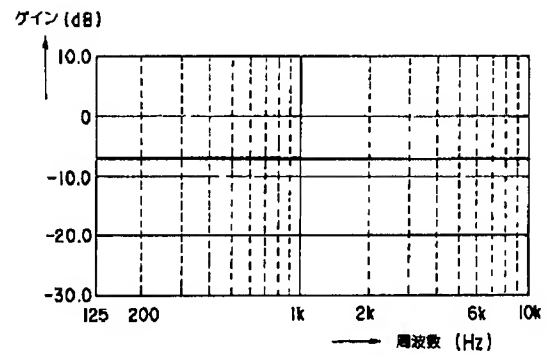


(A)

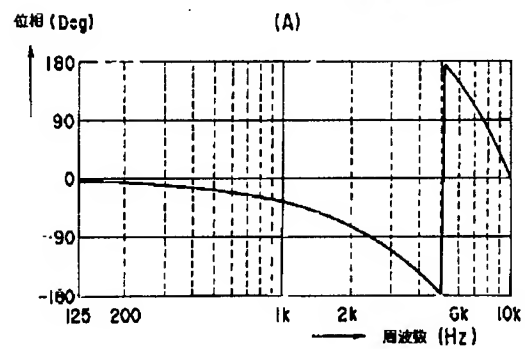


(B)

【図4】

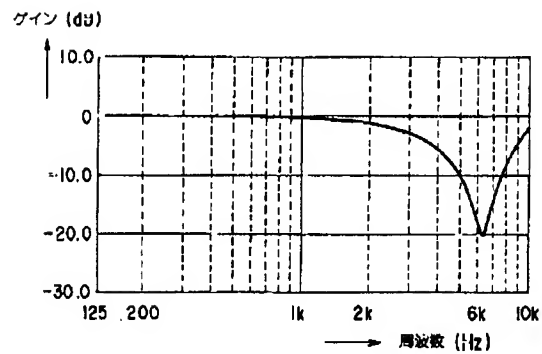


(A)

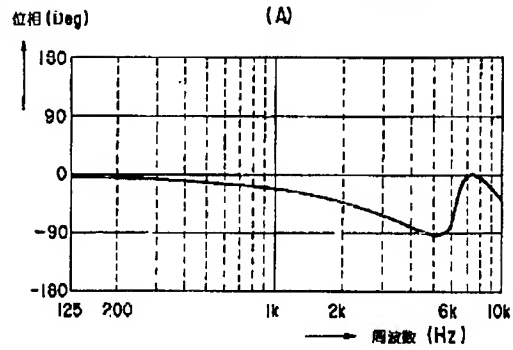


(B)

【図5】



(A)



(B)

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | (参考) |
|--------------------------|------|---------------|------|
| G 1 1 B 21/08 | | G 1 1 B 21/08 | B |

Fターム(参考) 5D088 PP01 RR08 SS11 SS14 TT10
UU07
5D096 RR01 RR02 RR11 RR18 SS10
5H004 GA02 GA09 GB20 HA07 HB07
JA03 JA08 KA33 KB22 KB29
MA02 MA15
5H303 AA22 BB02 BB07 CC06 DD01
EE03 EE07 FF04 HH02 HH07
KK12 KK24 KK35 MM05